

Production of a Low – Cholesterol Shrimp Using Supercritical Extraction

Evidence of cholesterol as a significant risk factor in coronary heart disease has led to the development of many low-cholesterol and cholesterol free foods, now it's the turn for shrimp.

Shrimp has become a commodity in the world market. To a large extent, this is due to the dramatic increases in aquaculture production, particularly in developing countries. The U.S. market alone consumes almost 850 million pounds of shrimp per year, and while prices have marked fluctuations, shrimp consumption has continued to expand steadily.

Shrimp is a low-fat food containing less than 2% of total lipids in the edible portion. However, it is considered a high-cholesterol product, because it contains more than 150 mg cholesterol/100 g of edible portion.

Supercritical extraction has been used to lower cholesterol in ground beef, krill and other foods. This technology has had a significant impact at the industrial level for a number of applications, i.e., to produce caffeine-free coffee, to extract pigments and others of similar nature. Supercritical extraction consists of heating a fluid above its critical temperature and compressing it above its critical pressure so that the distinction between the liquid and the gas phase disappears. By manipulating the operating conditions during a supercritical extraction process, the supercritical fluid can effectively and selectively extract specific components such as fats, oils, cholesterol, ketones, aldehydes and esters while leaving protein and carbohydrates in their intact state. Because of its non-toxicity, low cost and ease of recovery, the supercritical solvent most widely used in the food industry is carbon dioxide (CO₂).

The supercritical fluid can effectively extract specific components such as fats, oils, cholesterol, among others, while leaving protein and carbohydrates in their intact state.

In this study a laboratory-scale dense gas management system (Marc Sims SFE, Berkeley, CA) was used to extract cholesterol from shrimp muscle using freeze-dried shrimp. The extraction system consisted of four basic components: a compressor or solvent pump, a tubular extractor, a pressure/temperature control system and a glass separator. CO₂ (99.99% pure) was obtained locally and used as the supercritical fluid for all the experimental runs.

At a fixed pressure of 331 bar, the temperature at which the lower residual cholesterol content was obtained is 38°C (29.10 mg/100 g on a dry weight basis). Nevertheless, at 310 bar, 37°C and 1875 L of CO₂, it is possible to obtain a mean value of 100 mg of residual cholesterol per 100 g of shrimp (on a dry weight basis). This is sufficient to obtain a final product which complies with the denomination of a low-cholesterol food (less than 24 mg of cholesterol/shrimp edible portion on a wet basis). The above-mentioned conditions are the less drastic ones, and this allows the minimization of the adverse consequences of the process.

Results

At a fixed pressure of 331 bar, the temperature at which the lower residual cholesterol content was obtained is 38°C (29.10 mg/100 g on a dry weight basis). Nevertheless, at 310 bar, 37°C and 1875 L of CO₂, it is possible to obtain a mean value of 100 mg of residual cholesterol per 100 g of shrimp (on a dry weight basis). This is sufficient to obtain a final product which complies with the denomination of a low-cholesterol food (less than 24 mg of cholesterol/shrimp edible portion on a wet basis). The above-mentioned conditions are the less drastic ones, and this allows the minimization of the adverse consequences of the process.

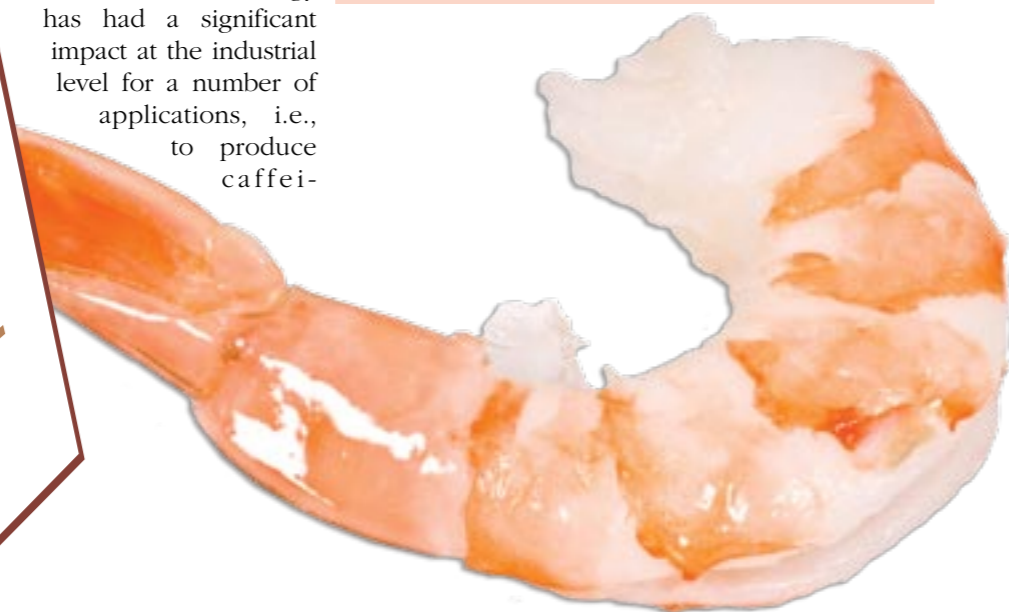
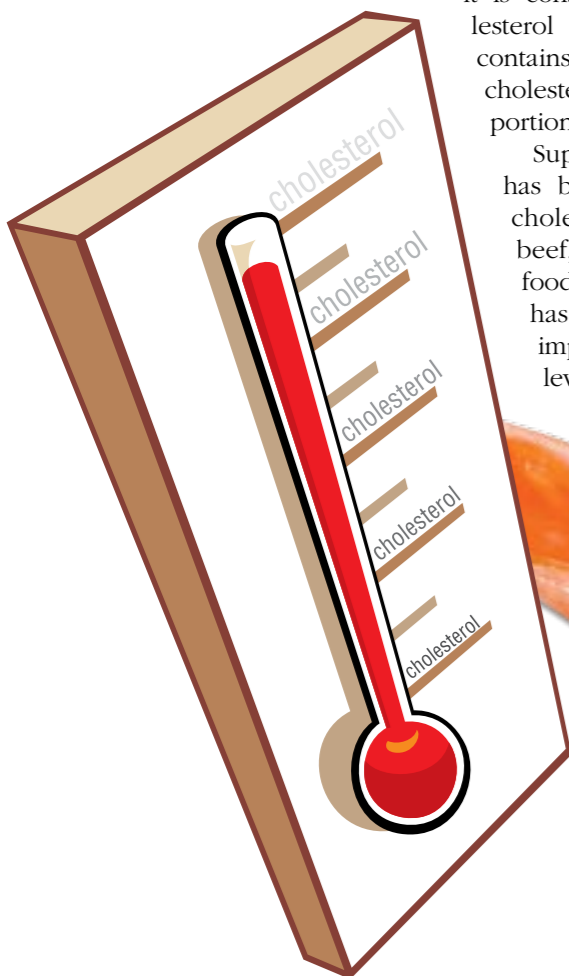
Rehydration, Cooking and Sensory Evaluation

The initial rehydration tests were performed for freeze-dried shrimp (not extracted) using a ratio of 1-g shrimp/3.6 ml of water at refrigeration temperatures (2–4°C) for a 15-h period. Under these conditions, a rehydration index of 3.4 was obtained which was considered acceptable. An index of 4 is required for a moisture content equivalent to that of fresh shrimp. The rehydrated product was cooked in boiling water for 10 min.

A sensory analysis was used to assess the effect of the freeze-drying process on the organoleptic

Producción de camarón bajo en colesterol utilizando extracción supercrítica

La evidencia del colesterol como factor de riesgo en las enfermedades cardíacas ha llevado al desarrollo de gran cantidad de alimentos bajos y/o libres de colesterol, ahora es el turno del camarón.



El camarón se ha convertido en *commodity* del mercado mundial. En gran medida esto se debe al incremento dramático en la producción acuícola, particularmente en países en vías de desarrollo. Tan sólo el mercado estadounidense consume casi 850 millones de libras de camarón por año, y aunque los precios tienen grandes fluctuaciones, el mercado ha seguido expandiéndose a ritmo constante.

El camarón es un alimento bajo en grasa, que contiene menos de 2% de lípidos totales en la parte comestible. De cualquier manera, es considerado un producto alto en colesterol porque contiene más de 150 mg de colesterol por cada 100 g.

La extracción supercrítica ha sido utilizada para reducir el colesterol en carne molida, eufausiáceos (krill) y otros alimentos. Esta tecnología ha tenido un impacto significativo en la industria por su gran cantidad de aplicaciones, como la producción de café descafeinado, la extracción de pigmentos, y otros de naturaleza similar. El proceso consiste en calentar un fluido por arriba de su temperatura crítica y comprimirlo por arriba de su presión crítica, de manera que la distinción entre la fase líquida y la gaseosa desaparece. Manipulando las condiciones de operación durante el proceso, el fluido supercrítico puede extraer efectiva y selectivamente componentes específicos como grasas, aceites, colesterol, cetonas, aldehídos y ésteres, dejando intactas proteínas y carbohidratos. El solvente supercrítico más ampliamente utilizado en la industria de alimentos es el dióxido de carbono (CO₂), debido a su nula toxicidad, bajo costo y facilidad de recuperación.

En este trabajo se utilizó un sistema de gases para extraer el colesterol del músculo del camarón, utilizando camarones liofilizados. El sistema de extracción (Marc Sims SFE, Berkeley, CA) consistió de cuatro componentes básicos: un compresor o bomba de solvente, un extractor tubular, un sistema de control de presión/temperatura y un separador de vidrio. El CO₂ (99.99% puro) fue obtenido localmente y utilizado como fluido supercrítico para todas las corridas experimentales.

Resultados

A una presión fija de 331 bar, la temperatura a la cual se obtuvo el menor contenido de colesterol residual fue de 38°C (29.10 mg/100 g en peso seco). No obstante, a 310 bar, 37°C y 1,875 L de CO₂ es posible obtener un valor medio de 100 mg de colesterol residual por cada 100 g de camarón (en peso seco), lo cual es suficiente para obtener un producto que cumpla con la denominación de alimento bajo en colesterol (menos de 24mg de colesterol / porción comestible en base húmeda). Estas condiciones son las menos drásticas, lo que permite la minimización de las consecuencias adversas del proceso.

Re-hidratación, cocción y evaluación sensorial

Las primeras pruebas para re-hidratación se llevaron a cabo con camarones liofilizados (no extraídos) utilizando una proporción de 3.6 ml agua / g camarón a temperatura de refrigeración (2–4°C) por 15h. Bajo estas condiciones se obtuvo un índice de re-hidratación de 3.4, el cual se consideró aceptable. Se requiere de un índice de 4 para lograr un contenido de humedad equivalente al del camarón fresco. El producto re-hidratado fue cocido en agua hirviendo por 10 min.

Se realizó un análisis sensorial (prueba dúo-trío) para evaluar el efecto del proceso de liofilizado en las pro-

properties of the rehydrated shrimp. A duo-trio test was used for this purpose. Two shrimp were served to each of the 30 non-trained members in the taste panel. They were asked to indicate which sample differed most regarding the control and to write down the difference in each of the five parameters: aroma, flavor, texture, color and overall appearance. 33% of the panelists did not find differences between the freeze-dried shrimp and the fresh shrimp, while 66% perceived differences in color and texture. The statistical analysis did not show a significant difference in the parameters that were mentioned with the exception of texture, which was less acceptable in freeze-dried shrimp versus the fresh one.


Because of the differences in acceptability, several other cooking and rehydration procedures were tried to minimize the adverse effect of processing on the freeze-dried product characteristics and also on the shrimp subjected to freeze drying and supercritical extraction.

A method for standardizing rehydration under vacuum (21" Hg) at room temperature was developed. The shrimp were placed in a vacuum chamber for 2 h and overturned after half the period had elapsed. A ratio of 5-ml water/g of shrimp was used. A rehydration index of 3.6 was obtained for the freeze-dried shrimp that underwent supercritical extraction. After rehydration, the shrimp were steam cooked.

An acceptability test using a 30-member untrained panel was performed whereby the acceptability, aroma, flavor, texture and color of the rehydrated low-cholesterol shrimp were assessed. The panel members assessed all attributes positively and no significant differences were found for the overall acceptability attribute. These results clearly pointed to the fact that rehydration under vacuum and steam cooking had a significant improvement on the texture, aroma and overall acceptability of the shrimp subjected to freeze drying and supercritical extraction.

The fact that the market for low-cholesterol foods is increasing is a major positive factor in a commercial venture.

Economic Feasibility of the Process

The economic feasibility of supercritical extraction for producing a low cholesterol shrimp will depend mainly on the price of the raw material and the initial capital investment, which is dependent upon the level of production desired. The market for low-cholesterol foods is increasing and should prove to be a major positive factor in a commercial venture. 

Original Article: Higuera-Ciapara I., Toledo-Guillen A.R., L. et al. "Production of a Low-Cholesterol Shrimp Using Supercritical Extraction" Journal of Food Process Engineering, Volume 28, Number 5, October 2005, pp. 526-538

El fluido supercrítico puede extraer efectivamente componentes específicos como grasas, aceites, colesterol, entre otros, dejando intactas proteínas y carbohidratos.


propiedades organolépticas del camarón re-hidratado. Se sirvieron dos camarones a cada uno de los 30 miembros no entrenados de un panel y se les pidió indicar cuál muestra difería más del control y escribir la diferencia en cada uno de los cinco parámetros: aroma, sabor, textura, color y apariencia general. 33% de los panelistas no encontraron diferencias entre los camarones liofilizados y los frescos, mientras 66% percibieron diferencias en color y textura. El análisis estadístico no mostró diferencia significativa en los parámetros mencionados, con excepción de textura, la cual fue menos aceptable en el camarón liofilizado versus el camarón fresco.

Debido a las diferencias en aceptabilidad, se probaron otros varios procedimientos de cocción y rehidratación para minimizar el efecto adverso del proceso en las características del producto liofilizado y también en el camarón sujeto de liofilización y extracción supercrítica.

Se desarrolló un método para la estandarización de la re-hidratación al vacío (21"Hg) a temperatura ambiente. Los camarones fueron colocados en una cámara de vacío por 2 h y volteados después de transcurrida la mitad del tiempo. Se utilizó una proporción de 5ml de agua/g de camarón, obteniéndose índice de re-hidratación de 3.6 para los camarones liofilizados que fueron sometidos a la extracción supercrítica. Además de la re-hidratación, los camarones fueron cocidos al vapor.

Se utilizó nuevamente una prueba de aceptación en la que la aceptabilidad, aroma, sabor, textura y color del camarón re-hidratado y bajo en colesterol fueron evaluados. Todos los atributos fueron evaluados positivamente por los miembros del panel y no se encontraron diferencias significativas para el atributo de aceptabilidad general. Estos resultados claramente apuntan al hecho de que la rehidratación al vacío y la cocción al vapor tuvieron una mejoría significativa en la textura, aroma y aceptabilidad general del camarón sujeto a liofilización y extracción supercrítica.

Viabilidad económica del proceso

La viabilidad económica de la extracción supercrítica para producir camarón bajo en colesterol dependerá principalmente del precio del material crudo y la inversión inicial, la cual depende del nivel de producción deseado. El mercado de alimentos bajos en colesterol está en aumento, lo que es un factor positivo para una empresa comercial. 

Artículo original: Higuera-Ciapara I., Toledo-Guillen A.R., L. et al. "Production of a Low-Cholesterol Shrimp Using Supercritical Extraction" Journal of Food Process Engineering, Volumen 28, Número 5, Octubre 2005, pp. 526-538

The fresh taste of Mexican Shrimp

El fresco sabor del camarón mexicano



Shrimp with a touch of mexican gourmet
www.aquapac-inc.com



Special prices to food services companies
Precios especiales para distribuidores

Procesadora AQUAPAC S.A. de C.V.

Bld. Lázaro Cárdenas #940, Hermosillo Sonora, México

Tel. + 52 (662) 260-4440, + 52 (662) 260-4441

Phone number in the U.S. (520) 829-5681, (520) 223 7225

Email: sales@aquapac-inc.com, info@aquapac-inc.com, ventas@aquapac-inc.com

Disponible todo el año
We produce our own shrimp
available all year long at
the very best price